Die

OELKÖRPER DER LEBERMOOSE

und

ihr Verhältnis zu den Elaioplasten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

W. von KÜSTER

aus Moskau.

Basel

L. Reinhardt, Universitäts-Buchdruckerei

1894.

Die

ÖELKÖRPER DER LEBERMOOSE

und

ihr Verhältnis zu den Elaioplasten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

Hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

W. von KÜSTER

aus Moskau.

Basel

L. Reinhardt, Universitäts-Buchdruckerei

1894.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543921_0007

Herrn

Professor Dr. G. Klebs

in aufrichtiger Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

Einleitung.

Die Erforschung der Differenzierung und Arbeitsteilung innerhalb der Protoplasten, und somit die Zurückführung der verschiedenen Funktionen auf ganz bestimmte Teile derselben, ist, seit der Erkenntnis des höchst komplizierten Aufbaus der Protoplasten, zu einem der Hauptprobleme der morphologisch-physiologischen Untersuchung der Zelle geworden.

Es hat sich nun in neuerer Zeit das Bestreben besonders geltend gemacht, neben den schon bekannten Organen, dem Zellkern, den Chloro-, Chromo- und Leucoplasten, auch noch andere in den Protoplasten vorkommende Gebilde als Organe, und die in ihnen enthaltenden Stoffe als ein Produkt derselben aufzufassen.

Sehr anregend auf diesem Gebiete wirkten die »Plasmolytischen Studien über die Wand der Vacuolen« von de Vries (I),*) die ihn zu der Aufstellung des Begriffs Tonoplast führten. Im zweiten Abschnitt seiner Arbeit (Ib), bei der Besprechung des Aufbaus der Protoplasten aus Organen, tritt de Vries mit der Frage hervor, ob nicht auch die Krystalle, die sogenannten Krystalloide, die Gerbstoff- und Oelkörper von besonderen Organen gebildet werden.

Diese Frage ist von Wakker (I) näher behandelt worden. Im dritten Teil seiner Arbeit, der der Bildung des Oels in der Pflanzenzelle gewidmet ist, gelangt Wakker zu dem wichtigen Ergebnis, dass hierbei zweierlei zu unterscheiden ist. Entweder entsteht das Oel gleichmässig in allen Teilen eines Protoplasten, oder es findet sich eine bevorzugte Stelle für die Bildung desselben vor, wie z. B. bei den von Wakker entdeckten ölhaltigen Körpern in den Epidermis-Zellen der Blätter von Vanilla planifolia. Er nennt diese Körper Elaioplasten oder

*) Die römischen Zahlen hinter den Autoren-Namen beziehen sich auf das am Schluss gegebene Litteratur-Verzeichnis.

Oelbildner, weil sie aus einem protoplasmatischen Stoff bestehen und Oel enthalten. Allerdings ist der Beweis, dass diese Körper Oelbildner sind, von Wakker nicht erbracht worden, da er aus Mangel an Material die Entwickelungsgeschichte der Elaioplasten nicht verfolgen konnte.

Wakker nimmt als allgemein anerkannt an, dass das Oel sich überall im Plasma ausbilde; es findet sich aber eine Angabe von Pfeffer (I) über die Entstehung von Oel im Zellsaft des Endosperms von Pæonia-Samen, es ist auch das Vorkommen von Oel im Zellsaft bekannt, z. B. im Fruchtfleisch der Olea europea, und es müsste hier, die Entstehung im Plasma vorausgesetzt, ein Uebertritt des Oels aus dem Plasma in die Vacuole stattfinden. Die Frage nach dem Bildungsort des Oels ist in ihrem ganzen Umfange bis jetzt nicht untersucht worden und es lässt sich etwas allgemein Gültiges zur Zeit noch nicht aufstellen, worauf Pfeffer (II) in einer seiner neueren Arbeiten hinweist.

Zu den Elaioplasten rechnet Wakker auch die Oelkörper der Lebermoose und die ölhaltigen Körper einiger Algen.

Die Elaioplasten, sowie die ölhaltigen Körper der Algen sind neuerdings von Zimmermann (I), Raciborski (I) und Hansen (I) ausführlich behandelt. Die Oelkörper der Lebermoose sind in letzter Zeit nicht weiter untersucht worden, und so schien es mir geboten, das microchemische Verhalten und die Struktur dieser Körper genauer zu studieren und ihr Verhältnis zu den Elaioplasten und ähnlichen Gebilden näher zu prüfen.

Ich möchte noch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Klebs meinen aufrichtigsten Dank aussprechen für die wertvollen Ratschläge und die freundliche Unterstützung, die mir in jeder Beziehung bei der Ausführung dieser Arbeit stets zu teil wurden.

Es ist mir ferner eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Grafen zu Solms-Laubach meinen verbindlichsten Dank für die Ueberweisung von Untersuchungsmaterial zum Ausdruck zu bringen. Auch meinem Kollegen Herrn cand. phil. Götz bin ich für die Beihülfe bei der Ausführung der Zeichnungen lebhaften Dank schuldig.

Allgemeiner Teil.

Geschichtliches.

Die erste speziell den Oelkörpern gewidmete Arbeit rührt von Holle her.

Vor ihm hatten schon Mirbel und Gottsche gelegentlich anderer Untersuchungen auf die Oelkörper hingewiesen. Mirbel (I) beschreibt die Oelkörper von Marchantia polymorpha als rundliche, weissliche, an der Oberfläche warzige Gebilde. Ueber die Natur derselben vermag er nichts anzugeben; er meint, dass sie aus einer stärke- oder salzartigen Substanz bestehen. Es finden sich bei ihm auch sehr gute Abbildungen der Oelkörper in Flächen- und Querschnitten des Thallus, sowie in Brutknospen.

Gottsche (I) vermag ebenfalls über die Natur dieser Körper nichts näheres auszusagen; er nennt sie Zellenkörper, giebt an, dass bei Behandeln mit Jodtinktur oder Alkohol die Körper schwinden, wobei aber meist nur das Innere gelöst würde und eine hüllartige Membran zurückbliebe, die in manchen Fällen sich auszudehnen schiene. Gottsche stellt dann die Frage, ob sie aus Harz oder Wachs bestehen und ob sie wirklich eine in Alkohol unlösliche Membran besitzen, ohne jedoch irgendwie auf diese Frage näher einzugehen.

Schacht (I u. II) weist ganz kurz darauf hin, dass in den Blättern einiger Lebermoose sich grössere oder kleinere, runde oder längliche Körner finden, die durch Jod schwach gelb gefärbt werden und in ihrem allgemeinen Verhalten dem Inulin entsprechen.

Da Schacht ausser dem Jod keine anderen Reagentien anwandte, so ist nicht zu ersehen, warum diese Körner aus Inulin bestehen sollen.

Holle (I) sah sich infolge dessen veranlasst, das Verhalten der Oelkörper näher zu prüfen. Er nennt sie Zellenbläschen, da er eine bläschenartige Hülle mit flüssigem und körnigem Inhalt annimmt. Diese Zellenbläschen werden nach Holle durch wässerige Jodlösung desorganisiert, durch alkoholische Jodlösung gelb gefärbt, durch Alkohol wird der Inhalt gelöst und es bleibt eine Hülle übrig. Anfänglich nahm Holle an, dass diese Hülle durch eine vom Alkohol bewirkte Verdichtung des Plasmas erzeugt wird; er kam aber von dieser Ansicht zurück, als er die Hülle in schon faulenden Zellen einer nicht genau bestimmten Jung. Species ohne Anwendung von Reagentien sehen konnte und dann auch an frischen Exemplaren derselben Species nach Anwendung von Druck beobachtete. Holle zog daraus den Schluss, dass die Hülle bei allen Arten schon im Leben vorhanden sei.

Der Inhalt der Bläschen besteht nach Holle aus Harz und äthirischem Oel, da er sich in Alkohol löst und durch Kalilauge nicht verseift wird.

Delffs unternahm auf Veranlassung Holle's eine Destillation von Blättern der Jung. undulata und erhielt eine nicht unbeträchtliche Quantität eines farb- und geruchlosen flüchtigen Stoffes; weiter ist dieser Stoff nicht untersucht worden.

Holle untersuchte nur Jung. Species, er giebt wohl das Vorhandensein von braunen Ballen im Thallus der Marchantien an, hält aber diese Gebilde für etwas von den Bläschen ganz Verschiedenes. Holle hält die Bläschen für Secretionsprodukte, denen weiter keine Bedeutung zukommt.

Hofmeister (I) meint, dass die Oelkörper aus Harz bestehen und dass die nach Weglösen des Harzes bleibende Hülle ohne Zweifel ein Niederschlag aus dem Plasma der Zelle sei.

Pfeffer (III) untersuchte die Oelkörper sehr eingehend, er wies auch zuerst darauf hin, dass die bei den Marchantien gefundenen Gebilde zu den Oelkörpern zu rechnen seien.

Die Oelkörper bestehen nach Pfeffer hauptsächlich aus fettem Oel, dem Wasser und eiweissartige Substanzen beigemengt sind; sie sind von einer proteinartigen Hülle umschlossen, die erst nach Anwendung von Alkohol, Kalilauge oder durch Erhitzen unter Deckglas deutlich hervortritt. Pfeffer giebt an, dass die Oelkörper im Zellsaft liegen und dass sie

durch Vereinigung zahlreicher im Zellsaft ganz junger Blättchen auftretender Tröpfchen entstehen, um die sich späterhin eine Hülle ausbildet. Pfeffer spricht die Oelkörper als Excrete an, die im Stoffwechsel weiter keine Verwendung finden.

Rattray (I) hat die Untersuchungen der eben genannten Forscher übersichtlich zusammengestellt, jedoch wesentlich Neues nicht hinzugefügt.

Wakker hält die Oelkörper auf Grund der Untersuchung Pfeffer's für Elaioplasten, weil sie Oel enthalten und eine proteinartige Hülle besitzen. Wakker zeigte durch Anwendung der anomalen Plasmolyse, dass die Oelkörper im Plasma liegen; er machte ferner die Beobachtung bei Radula und Scapania, dass zuerst scharfumgrenzte, schlauchförmige Gebilde auftreten, in denen erst später das Oel gebildet wird.

Zahlreiche andere in der neueren Litteratur über die Oelkörper gemachten Notizen beziehen sich alle auf die Untersuchungen Pfeffer's.

Neuerdings sind auch die Untersuchungen Wakker's von Zimmermann (II u. III) berücksichtigt worden.

Die Reaktionen der Oelkörper.

Bei stärkeren Vergrösserungen beobachtet man in den meisten Fällen, dass die Oelkörper aus kleineren oder grösseren ölartigen Tröpfchen bestehen, die einer anders lichtbrechenden Masse eingelagert sind; besonders deutlich ist dieses z. B. bei Plagiochila und Scapania [Fig. I u. II].

Die Reaktionen dieser Tröpfchen möchte ich jetzt besprechen. Ich will vorausschicken, dass die Reaktionen mit sämtlichen im speziellen Teile erwähnten Species ausgeführt sind.

Mit Wasser sind die Tröpfchen unter keinen Umständen mischbar. Zerdrückt man die Oelkörper der in Wasser liegenden Blättchen, so zeigen die Tröpfchen molecular Bewegung; dasselbe tritt ein, wenn man die Blättchen längere Zeit in offenen Schalen kocht, wobei die Oelkörper platzen. Wasser verändert die Tröpfchen in keiner Weise.

Osmiumsäure in 1procentiger Lösung schwärzt die Tröpfchen ganz deutlich; bei Mastigobryum und Plagiochila tritt nur eine Bräunung ein, was aber auf den störenden Einfluss

der umhüllenden Substanz zurückzuführen ist, die den Zutritt des Reagenz verhindert. Eine deutliche Schwärzung tritt ein, wenn man nach der von Wakker angegebenen Methode verfährt, indem man zugleich mit der Osmiumsäure Schwefelsäure einwirken lässt; der Zellinhalt verquillt hierbei, die Tröpfchen bilden einen grossen Tropfen, der sich deutlich schwärzt.

Bei den Marchantien, die Gerbstoff in den Oelkörpern enthalten, ist bei direkter Anwendung der Osmiumsäure nicht ausgeschlossen, dass die Schwärzung vom Gerbstoff herrührt.

Um sich von der Schwärzung der Tröpfchen zu überzeugen, muss man den Gerbstoff durch längeres Kochen der Schnitte mit Wasser entfernen und dann erst die Osmiumsäure zusetzen.

Dieses Verfahren habe ich auch mit allen andern Species ausgeführt, um in jedem Fall sicher zu sein, dass die Schwärzung nicht von etwa vorhandenem Gerbstoff herrührt: zugleich ist damit auch der Beweis geliefert, dass ätherische Oele, wenn überhaupt vorhanden, nur in sehr geringen Quantitäten in den Oelkörpern vorkommen. Sonst müsste, wegen der Flüchtigkeit derselben, nach dem Auskochen entweder keine Schwärzung eintreten oder die Zahl der Tröpfchen müsste eine sehr geringe sein, was beides nicht der Fall ist.

Alkanna-Tinktur, angewandt in 50procentiger alkoholischer Lösung, färbt die zusammengeflossenen Tropfen nach einiger Zeit deutlich rot; auch lassen sich die Oelkörper von Radula und den Marchantien durch 1procentige Chromsäure-Lösung fixieren und dann mit Alkanna färben.

Das von Ranvier (1) zum Nachweis der Fette benützte Cyanin leistet bei der Untersuchung der Oelkörper ganz ausgezeichnete Dienste. Ich verwandte eine stets frisch bereitete Lösung in 50procentigem Alkohol und nahm soviel Cyanin, dass die Flüssigkeit eine himmelblaue Färbung zeigte. Die Lösung muss stets frisch bereitet werden, da sie sich sonst leicht zersetzt, besonders am Licht, und dann zweifelhafte Resultate liefert. Ich fixierte zuvor das Material, und zwar bei Radula und den Marchantien durch Eintauchen in 1procentige Chromsäure-Lösung während einer halben Minute; bei den anderen Species durch 1procentige Osmiumsäure, die nicht weiter ausgewaschen wurde. Ich liess die betreffenden Objekte 20 Stunden im Dunkeln in der Cyanin-Lösung.

Im Fall der Ueberfärbung habe ich mit 50procentigem Glycerin ausgewaschen und in allen Fällen die schönsten Resultate erzielt. Die Tröpfchen sind überall schön blau gefärbt, und es erlaubt dieses Reagens in sonst zweifelhaften Fällen, die Oelkörper nachzuweisen.

So gelang mir der Nachweis der Oelkörper bei Pellia epiphylla (für die Pfeffer das Fehlen der Körper angiebt), da hier, abgesehen von der Kleinheit der Oelkörper, die Zellen sehr chlorophyll- und stärkereich sind und ausserdem Gerbstoff in Lösung führen, was die Sichtbarmachung durch Osmiumsäure allein sehr erschwert. Ebenso gelang es mir, dank dieser Methode, ganz unzweifelhaft das Vorhandensein von Oelkörpern im Thallus der im Halbdunkel kultivierten Pellia calycina und Fossombronia angulosa nachzuweisen. Bei dem hier zu schmalen Bändern ausgewachsenen Thallus der genannten beiden Species lagen mehrere Zellschichten übereinander und die Oelkörper wurden durch das Chlorophyll verdeckt. Auch für das Studium der Struktur und Lage der Oelkörper liefert diese Methode sehr instruktive Präparate, worauf ich noch näher zurückkomme.

Konzentrierte Schwefelsäure wirkt anfangs quellend, dann lösend auf den Zellinhalt ein, wobei die Tröpfchen aber erhalten bleiben und je nach der Species zu einem grossen Tropfen zusammenfliessen oder isoliert bleiben. Dieses Verhalten spricht sehr für die Fettnatur der Tröpfchen.

Die Verseifung nach der gewöhnlichen Methode durch Kochen mit 2 bis 5procentiger Kalilauge unter Deckglas gelingt nicht oder geht nur sehr schwierig und unvollständig von statten bei Anwendung von konzentrierter Kalilauge (20 bis 30procentiger). Doch bemerkt Pfeffer, dass ein Tropfen Olivenöl unter gleichen Umständen sich ebenfalls nicht verseifen lässt. Bessere Resultate erzielt man durch anhaltendes Kochen der Blätter in offenen Schalen in 2 bis 5procentiger Kalilauge; doch auch hier verschwinden die Tröpfchen nach ca. ¾stündigem Kochen nicht vollständig.

Ganz negative Resultate erhält man nach der von Molisch (Zimmermann IIb) angegebenen Methode der Verseifung, die darin besteht, dass man die zu untersuchenden Objekte in einen Tropfen eines Gemisches gleicher Teile konzentrierter Kali-

hydrat-Lösung und konzentrierter Ammoniak-Lösung bringt, wobei nach ½ bis 1 Stunde oder erst nach längerer Zeit krystallartig erstarrte Seifen-Massen sich bilden sollen. Nach 24stündiger Einwirkung war das Plasma in den meisten Fällen zu dichten Klumpen in der Mitte der Zelle zusammengeballt, das Oel aber fand sich in grösseren klaren Tropfen an der Peripherie der Klumpen.

Bei der Untersuchung der Löslichkeit irgend eines Stoffes in der Zelle ist es von grosser Bedeutung, die Quantität des angewandten Lösungsmittels näher anzugeben, worauf Arthur Meyer (1) ganz besonders hinwies.

Will man, bemerkt Meyer, die Löslichkeit eines Stoffes prüfen, so ist es notwendig, diese Reaktion unter Deckglas vorzunehmen, und es ist der Hauptwert auf die Wirkung, die gleich nach dem Eindringen der Flüssigkeit stattfindet, zu legen.

Ich habe die nachfolgenden Lösungsmittel unter Deckglas einwirken lassen, wobei die leicht verdunstenden, wie Aether und Chloroform, ersetzt wurden.

Ich gebe die gewonnenen Resultate mit dem Hinweis auf den Unterschied der ätherischen und fetten Oele im Verhalten gegen die Lösungsmittel nach Meyer.

Chloroform löst leicht; fette und ätherische Oele verhalten sich gleich.

Petroläther löst leicht: verhält sich den Oelen gegenüber wie Chloroform.

Kalilauge konzentriert, } lösen nicht: fette und ätherische
Kalilauge verdünnt, } Oele verhalten sich gleich.

Chloralhydrat nach Meyer (5 Teile Chloralhydrat auf 2 Teile Wasser) löst leicht; von fetten Oelen nur Rizinusöl löslich.

Eisessig löst leicht: von fetten Oelen nur Rizinusöl löslich.

Aethylalkohol löst leicht, noch in einer Konzentration bis zu 40 Procent; hier tritt die Lösung allerdings nur sehr langsam ein; von fetten Oelen zeigt nur Rizinusöl die Löslichkeit in Alkohol.

Nach Behandeln mit Osmiumsäure tritt eine Lösung in Alkohol oder Aether unter Deckglas nicht ein, wohl aber nach längerem Behandeln und mit grösseren Flüssigkeits-Quantitäten.

Somit zeigen die Tröpfchen in ihrem Verhalten grosse

Aehnlichkeit mit dem Rizinusöl, resp. den ätherischen Oelen, von welch letzteren sie sich aber scharf durch ihre Nichtflüchtigkeit unterscheiden.

Ausser diesen von Meyer angegebenen Lösungsmitteln benützte ich noch Benzol, Schwefelkohlenstoff, Aceton und Nelkenöl, in denen die Tröpfchen ebenfalls löslich sind, bei Ausführung der Reaktion unter Deckglas. Bei den Lösungsmitteln, die nicht sofort tötend wirken und nicht leicht eindringen, wurden die Zellen vorher durch Kochen oder Erhitzen zum Absterben gebracht.

Die Löslichkeit in Aethylalkohol ist meines Erachtens kein Beweis gegen die Fettnatur der Tröpfchen. Denn ganz abgesehen vom Rizinusöl, ist ja das Vorkommen eines in Weingeist löslichen fetten Oeles in den Pflanzen nicht unmöglich. Da ferner das Vorhandensein freier Fettsäure in den Tröpfchen auf mikrochemischem Wege nicht nachweisbar ist und da die Masse, in der die Tröpfchen eingelagert sind, sehr wohl ein Gemenge von verschiedenen Stoffen sein kann, z. B. von Eiweisssubstanzen, Kohlenhydraten, gummi- und schleimartigen Substanzen, so ist ein positiver Schluss aus der Löslichkeit in Alkohol nicht zu ziehen. Denn gerade solche Beimengungen können das Löslichkeitsverhältnis sehr beeinflussen.

Fasst man die gewonnenen Resultate zusammen, so ergiebt sich, dass in ihrem Verhalten gegen Reagentien die Tröpfchen den fetten Oelen nicht ganz entsprechen; dem Rizinusöl kommen sie noch am nächsten. Da sie weder durch längeres Kochen mit Wasser, noch durch Erhitzen über 100 ° (wie schon Pfeffer zeigte) verschwinden, so können sie unmöglich aus ätherischem Oel bestehen. Aus Wachs allein können sie ebenfalls nicht zusammengesetzt sein, da sie, nach Pfeffer, bei 5 ° bis 7 ° noch flüssig bleiben. Es wäre somit die Fettnatur der Tröpfchen ausser Zweifel gestellt.

Gegen die angewandten Reagentien verhalten sich die Tröpfchen verschiedener Lebermoosarten gleich. Ob die Tröpfchen im chemischen Sinne als echte Fette zu bezeichnen sind und ob die Tröpfchen verschiedener Species auch ihrer chemischen Zusammensetzung nach identisch sind, kann natürlich nur eine sehr eingehende macrochemische Untersuchung entscheiden.

Nur für Mastigobryum trilobatum ist von Pfeffer durch geeignete Extraktion das Vorhandensein von fettem Oel konstatiert worden (auf macrochemischem Wege). Ob der manchen Lebermoosen eigene Geruch von den Oelkörpern herrührt, ist nicht zu entscheiden; jedenfalls, wie nachgewiesen wurde, enthalten die Oelkörper, wenn überhaupt, ätherisches Oel nur in höchst geringen Quantitäten.

Ausser diesen Reaktionen habe ich noch die Unverdorben-Franchimont'sche Reaktion auf Harze ausgeführt, jedoch mit negativem Resultat.

Da Pfeffer für Lunularia, Marchantia und Fegatella Gerbstoff in den Oelkörpern angiebt, und da bei der Behandlung mit Osmiumsäure einige Jungermannien eine diffuse schwarzviolette Färbung der ganzen Zelle zeigten, so habe ich auch die gebräuchlichsten Gerbstoff-Reaktionen ausgeführt.

In den Oelkörpern kommt Gerbstoff nur bei einigen Marchantien vor. Auf die einzelnen Species komme ich im speziellen Teile zurück.

Kaliumbichromat, in konzentrierter wässeriger Lösung, giebt bei den betreffenden Marchantien nach 24 Stunden dunkler oder heller gefärbte rotbraune Massen, die ziemlich die Form der Oelkörper noch erkennen lassen: diese Massen sind in Alkohol unlöslich.

Kupferacetat, nach Moll in konzentrierter wässeriger Lösung, giebt nach 6—8 Tagen ebenfalls dunkelbraun gefärbte Massen in den Oelkörpern.

Zerdrückt man ein in Osmiumsäure liegendes Präparat, so tritt aus dem Oelkörper eine dunkelviolett gefärbte Flüssigkeit heraus, in der die Tröpfchen lebhafte moleculare Bewegung zeigen.

Eisenchlorid in wässeriger Lösung angewandt, bei zerdrückten oder angeschnittenen Präparaten, liess nur hin und wieder eine deutliche Blaufärbung in den Oelkörper führenden Zellen erkennen.

Der Gerbstoff findet sich in der die Tröpfchen umgebenden Masse; denn lässt man die Tröpfchen durch Kalilauge zusammenfliessen und bringt die Objekte erst dann in die Kaliumbichromat-Lösung, so bleiben die Tropfen farblos und nur in der Umgebung derselben findet sich ein rotbrauner Niederschlag, was auch Pfeffer schon nachgewiesen hat.

Anders ist das Verhältnis bei den Jungermannien; hier sind die Oelkörper aller untersuchten Species frei von Gerbstoff, und nur der Zellsaft scheint bei einigen Arten Gerbstoff zu enthalten. Denn mit Sicherheit lässt sich das nur für Pellia epiphylla und Aneura palmata behaupten. Diese beiden Species geben mit Osmiumsäure eine sehr starke diffuse schwarz-violette Färbung; mit Kaliumbichromat und Kupferacetat geben sie deutliche Niederschläge, wobei die Oelkörper aber hell bleiben. Es entstehen keine Niederschläge, wenn die Objekte zuvor mit Wasser ausgekocht werden (was übrigens auch für die Marchantien, wie für die anderen Jungermannien gilt). Mit Eisenchlorid habe ich trotz vieler Versuche bei den beiden Species keine entschiedene Färbung erhalten können.

Andere Species, wie z. B. Mastigobryum und Plagiochila, geben ebenfalls mit Osmiumsäure diffuse Färbungen, zeigen aber mit Kaliumbichromat und Kupferacetat keine Niederschläge, sondern nur eine diffuse grün-gelbe Färbung. Eine Anwendung von Eisenchlorid blieb hier ganz erfolglos.

Mit Ammoniumcarbonat in 1—5 procentiger Lösung konnte ich in keinem Falle einen Niederschlag beobachten.

Es wäre somit das Vorhandensein von Gerbstoff in sehr geringen Mengen, bei den beiden letztgenannten, sowie bei einigen im speziellen Teil zu erwähnenden Species höchst wahrscheinlich.

Die Lage der Oelkörper in der Zelle.

Aus den Angaben Wakker's geht unzweifelhaft hervor, dass die Oelkörper der von ihm untersuchten vier Jung. Species im Plasma liegen, da bei der Anwendung der anomalen Plasmolyse mit 20procentiger Eosin haltiger Salpeterlösung die Zellsaft-Vacuole sich deutlich abhebt und nur mit Flüssigkeit gefüllt ist, während die Oelkörper sich im Plasma finden.

Pfeffer (IIb) hält aber auch noch neuerdings diese Frage nicht für endgültig entschieden und meint, dass die Oelkörper wohl im Plasma gebildet werden, späterhin aber ein Uebergang in den Zellsaft stattfindet. Deshalb habe ich auch in der Einleitung im allgemeinen darauf hingewiesen, dass der Bildungsort und die Lage ölartiger Substanzen in der Zelle zu den noch nicht definitiv gelösten Problemen gehört. Da aber für

die Oelkörper die Lage in der Zelle von grosser Wichtigkeit ist, so hielt ich es für geboten, diesen Punkt einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Beobachtet man zunächst die Oelkörper in lebenden Zellen, so lässt sich bei den Jungermannien keinerlei Entscheidung über die Lage derselben treffen. Die Oelkörper erscheinen meist in der Mitte der Zelle (im optischen Querschnitt) und, falls sie eliptische Formen besitzen, mit ihrem Längsdurchmesser paralell der Blattfläche gelagert. Die Grenze zwischen Plasma und Vacuole lässt sich nicht deutlich unterscheiden.

Anders ist es bei den Marchantien, z. B. bei Lunularia, oder besonders gut bei Marchantia: an Flächenschnitten aus der Unterseite des Thallus sieht man ganz deutlich, wie die Oelkörper an Fäden aufgehängt sind, die mit dem Wandplasma in Verbindung stehen [Fig. III].

Bei den Jungermannien lässt sich dasselbe durch Anwendung von Picrinsäure oder durch Färbungen sichtbar machen. Setzt man konzentrierte wässerige Picrinsäure-Lösung zu lebenden Blättchen hinzu, so färben sich das Plasma, der Zellkern und die von den Oelkörpern zum Wandplasma gehenden Fäden deutlich gelb und treten sehr scharf hervor, wie bei den Marchantien im lebenden Zustande: nach einiger Zeit werden die Oelkörper zerstört.

Ganz dasselbe Bild erhält man bei Radula durch Färbungen mit Cyanin oder Methyleosin-Gentiana-Violett nach Chromsäure-Fixierung (die Methode ist im nächsten Abschnitt angegeben), wobei im letzteren Fall nur die Hülle bleibt, die an Fäden aufgehängt erscheint; es tritt dieses nicht in allen Zellen ein, doch lassen sich in einem Blättchen stets zwei bis drei Zellen auffinden, die es deutlich zeigen. Bei den übrigen Zellen liegt der Oelkörper oder die Hülle dem Wandplasma an. Genau das Gleiche gilt für die anderen Species, nur muss man hier Osmiumsäure zur Fixierung verwenden, und es lassen sich Zellen mit deutlichen Bildern seltener finden als bei Radula.

Bei den Jungermannien führt die anomale Plasmolyse stets zum Ziel; da aber, wie schon Wakker beobachtet hat, 20procentige Salpeterlösung in vielen Zellen noch ganz normal plasmolysiert, verwandte ich eine mit Eosin gefärbte Salpeterlösung von 25 Procent, und ich konnte in allen Fällen die Angaben

Wakkers bestatigt finden; es traten die Vacuolen als eine oder zwei mit farblosem Inhalt gefüllte Blasen deutlich hervor, die Oelkörper lagen im rotgefarbten Plasma, wurden aber weder in der Farbe noch in der Form wesentlich verändert.

Auch bei der Anwendung 25procentiger Lösung zieht sich in manchen Zellen das Plasma zu einem zentral liegenden Klumpen zusammen. In anderen Zellen ist alles, mit Ausnahme der Oelkörper, gleichmässig rot gefarbt, es ist weder das Plasma von der Wand abgehoben, noch die Vacuole gespannt.

Bei den Marchantien gelang mir die anomale Plasmolyse auch mit 25procentiger Lösung nicht, bei Machantia konnte ich noch ganz normale Plasmolyse beobachten, die durch Auswaschen rückgangig zu machen war, wenn die Einwirkung der Salpeterlösung nicht zu lange gedauert hat.

Aus den mitgeteilten Thatsachen ist der Schluss wohl gerechtfertigt, dass die Oelkörper stets im Plasma vorkommen.

Die Struktur der Oelkörper.

Die wichtigste Frage ist, ob die Oelkörper eine eigene membranartige Hülle in den lebenden Zellen besitzen oder nicht.

Pfeffer nimmt an, dass die Oelkörper von einer Hülle umgeben sind, die, wie auch die Trennungsstreifen zwischen den Tröpfchen, aus proteinartiger Substanz besteht, da die Hülle sich mit Jod und Cochenille farbt und in verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich ist. Aus den Untersuchungen Pfeffer's geht ferner hervor, dass ausser den Tröpfchen sich innerhalb der Hülle noch andere Substanzen befinden und dass die Hülle erst nach Anwendung von Alkohol, Kalilauge oder Erhitzen in Wasser sichtbar gemacht werden kann. Genauere Angaben über die Struktur vermag Pfeffer nicht zu geben.

Wakker hat die Struktur der Oelkörper nicht weiter untersucht. Zur Sichtbarmachung der Hülle empfiehlt er ausser den eben genannten Reagentien noch konzentrierte wässerige Picrinsäurelösung und Eisessig.

Berücksichtigt man die Thatsache, dass die fragliche Hülle stets erst nach Anwendung ganz bestimmter Reagentien deutlich sichtbar wird, und ferner, dass bei der Beobachtung der Oelkörper in lebenden Zellen meist keine scharfen Konturen

zu sehen sind, so liegt der Gedanke nahe, dass die betreffende Hülle ein Kunstprodukt sei.

Ich versuchte eine Methode zu finden, die Hülle an unveränderten Oelkörpern zu färben; dazu war aber vor allem ein sicheres Fixierungsmittel aufzufinden. Nach längeren Versuchen in dieser Richtung erwies sich als bestes Fixierungsmittel 1procentige Osmiumsäure; für Radula und die Marchantien auch 1procentige Chromsäure, wobei die Einwirkung nicht länger als $^1/_2$ Minute stattfinden darf, da sonst die Oelkörper verändert werden.

Die Osmiumsäure lässt sich mit Wasserstoff-Superoxyd nicht auswaschen, denn die Oelkörper werden sofort desorganisiert.

Zuerst wandte ich in Wasser lösliche Farbstoffe an, so z. B. Eosin und Anilinblau; erhielt aber keine Resultate, da entweder die Farbstoffe gar nicht eindringen oder nur sehr undeutliche Bilder geben; ich benutzte daher alkoholische Lösungen.

Hier war es notwendig, zuerst festzustellen, welche Veränderungen der Alkohol im fixierten Material hervorruft.

Da Radula die grössten gerbstofffreien Oelkörper besitzt, so habe ich anfänglich die Untersuchungen mit dieser Species ausgeführt. Mit Chromsäure fixierte Oelkörper zeigen nach dreitägigem Liegen in Wasser keine Veränderungen; lässt man aber auf dieselbe Weise fixiertes Material auch nur 24 Stunden in 50procentigem Alkohol, so bleiben nur noch die Hüllen von den Oelkörpern übrig.

Es fiel mir auf, dass diese Hüllen in verschiedenen Zellen verschiedene Beschaffenheit zeigten, dass sie in den einen mehr glatt, in den andern mehr körnig waren. Ganz besonders auffallend war die unverhältnismässige Dicke der Hüllen, die unmöglich direkter Beobachtung in lebenden Zellen entgehen konnte. Aber auch mit den stärksten mir zu Gebote stehenden Objektiven (Zeiss, $^1/_{18}$ hom. Oc. 4) war bei lebenden Zellen nichts von einer derartigen Hülle zu sehen.

Ich brachte mit Chromsäure fixierte Blättchen von Radula in Cyanin (Lösung in 50procentigem Alkohol von himmelblauer Farbe); merkwürdiger Weise blieben die Oelkörper erhalten. Es hatte sich nur eine ganz dünne Hülle gebildet; einige Tröpfchen waren zu grösseren zusammengeflossen und

alle waren schön blau gefärbt, trotzdem die Blättchen auch in dieser Lösung 20 Stunden verblieben. Man konnte hier sehen, dass die Tröpfchen in eine nur ganz schwach gefärbte Substanz eingelagert waren.

Ich wandte mich zu dem mit Osmiumsäure fixierten Material, das durch Liegen in Wasser in keiner Weise verändert wird. Nach mehrtägiger Behandlung mit absolutem Alkohol liessen die so fixierten Oelkörper scharfe Konturen erkennen; 50procentiger Alkohol ruft diese Erscheinung erst nach längerer Einwirkung hervor. Ich probierte jetzt eine ganze Anzahl von Farbstoffen, bis ich endlich im Gentianaviolett das gesuchte Mittel fand.

Ich benutzte folgende Lösung: In 15—20 cbcm 50procentigen Alkohol brachte ich einen Tropfen einer in 50procentigem Alkohol gesättigten Gentianaviolett-Lösung. Ich habe die mit Osmiumsäure fixierten Objekte während 20 Stunden in dieser Lösung gelassen. Die gewonnenen Resultate liessen keinen Zweifel; die Tröpfchen waren schwarzbraun in einer schön violett gefärbten Grundmasse eingelagert, von einer Hülle war nichts zu sehen, die Oelkörper zeigten vielmehr dieselben welligen Konturen wie in den lebenden Zellen. Damit war auch die Frage nach der Struktur gelöst.

Die Oelkörper bestehen aus einer Grundmasse — einem Stroma —, in der die Tröpfchen eingelagert sind.

In lebenden Zellen findet sich keine Hülle, sie ist ein durch die angewandten Reagentien erzeugtes Kunstprodukt.

Bei den Marchantien, die Gerbstoff in den Oelkörpern enthalten, sind die Bilder nicht so scharf, doch lässt sich immerhin erkennen, dass die Tröpfchen in einem Stroma eingelagert sind. Noch deutlicher tritt dieses durch Färbung mit Cyanin nach Chromsäure hervor.

Ich wandte mich zum Studium des Stromas; hauptsächlich war es von Interesse, näheres über die chemische Beschaffenheit desselben zu erfahren.

Leider ist es mir in keinem Falle gelungen, das Stroma zu isolieren, d. h. von den Tröpfchen zu befreien; denn die Lösungsmittel für die Tröpfchen, wie Alkohol, Chloroform oder Aether auf vorher mit Chromsäure, Osmiumsäure oder Sublimat fixiertes Material angewandt, machten das Stroma unkenntlich.

Nach Aether oder Chloroform erschienen die Zellen wie mit einem Netz durchzogen, nach Alkohol blieben nur die Hüllen übrig.

Dieses Verhalten des Stromas zeigt, dass die bekannten Proteinsubstanzen in grösseren Mengen im Stroma nicht enthalten sind, da es sonst durch Alkohol oder die anderen Mittel sicher fixiert werden müsste.

Die gewöhnlichen Proteinreaktionen nach Raspail, nach Millon und die Xanthoproteinreaktion, ausgeführt direkt mit lebenden Zellen oder mit der durch Alkohol erzeugten Hülle, geben auch kein positives Ergebnis. Jod wird allerdings von den Oelkörpern in lebenden Zellen, sowie von der Hülle gespeichert; der übrige Zellinhalt zeigt eine gleiche Färbung, und es ist aus diesem Verhalten allein kein sicherer Schluss möglich.

Die Bildung der Hüllen kann durch verschiedene Mittel hervorgerufen werden, wobei die verschiedenen Species einige Abweichungen in Bezug auf die angewandten Mittel zeigen.

Alkohol (70 bis 80procentiger) erzeugt bei allen Species deutliche Hüllen. Erhitzen in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger bis zu einem gewissen Grade, jedoch vor dem Aufkochen, erzeugt die Hüllen ebenfalls bei allen Species.

2procentige Kalilauge erzeugt Hüllen bei Radula und den Marchantien, die Oelkörper anderer Species werden meist desorganisiert ohne Hüllen-Bildung.

Eisessig erzeugt ebenfalls Hüllen bei allen Species, doch bleiben dieselben nicht erhalten, was nach Wakker auch für konzentrierte wässerige Picrinsäurelösung gilt.

Ich konnte die Bildung durch Picrinsäure nur in wenigen Fällen bei Radula und Lophocolea beobachten, wobei die Hüllen sehr bald zerstört wurden. Bei allen übrigen Arten wirkte Picrinsäure nach einiger Zeit desorganisierend, und ich konnte trotz vielfacher Versuche und Modifikation der Konzentration, sowie der Art der Einwirkung keine Hüllen erzielen.

Durch mässigen Druck auf das Deckglas konnte ich ebenfalls Hüllen erzeugen, besonders leicht z. B. bei Radula und Scapania.

Die Oelkörper von Radula und den Marchantien zeigen in vollkommen intakten Zellen nie eine moleculare Bewegung der Tröpfchen innerhalb ihrer Umgrenzung; wohl aber lässt

sich diese Erscheinung nach Anwendung von Druck leicht beobachten, wobei eine ausserst dünne Hülle um den Oelkörper gebildet wird. Die Hülle ist wohl in diesem Falle eine Niederschlagsmembran, entstanden durch die Wechselwirkung der Stoffe des Plasmas mit denen des Stromas.

Für die Erklärung der molecularen Bewegung kommen zwei Möglichkeiten in Betracht; entweder wird Wasser in den Oelkörper gepresst, oder das Stroma wird durch die Bildung der Niederschlagsmembran weniger konsistent, und da zugleich der Oelkörper durch den Druck gedehnt wird, kommt die erwähnte Erscheinung zu stande.

Bei den anderen Species wird durch den Druck ebenfalls eine Hülle erzeugt, doch konnte ich nie eine moleculare Bewegung der Tröpfchen innerhalb des Stromas beobachten, und man kann annehmen, dass ihr Stroma von grösserer Konsistenz ist, was auch durch das Verhalten gegen Alkohol und Kalilauge wahrscheinlich gemacht wird.

Setzt man Alkohol zu den im Wasser liegenden Blättchen von Radula unter dem Mikroskop zu, so tritt augenblicklich eine Art Aufbrausen des ganzen Oelkörpers ein, wobei die Tröpfchen zu einem grossen Tropfen zusammenfliessen. Gleichzeitig dehnt sich die Peripherie des Oelkörpers aus und die Hülle wird deutlich sichtbar, deren Dickenzunahme sich ebenfalls beobachten lässt. Es spielt sich der ganze Vorgang in einigen Sekunden ab. Ganz das Gleiche tritt bei Anwendung von 2procentiger Kalilauge ein. Bei den Marchantien muss der Alkohol einige Minuten einwirken, ehe diese Erscheinung eintritt, während Kalilauge geringere Zeit erfordert.

Die Oelkörper der genannten Arten (Radula und Marchantien) besitzen winzig kleine Tröpfchen; nur selten kommt dazwischen ein grösserer Tropfen vor; das Stroma tritt zwischen den Tröpfchen nur sehr undeutlich hervor und das Ganze macht den Eindruck einer Emulsion, weshalb Pfeffer diese Oelkörper als emulsionsartige bezeichnet, eine sehr passende Benennung, die ich beibehalten möchte. [Fig. IV.]

Ganz anders gestaltet sich die Einwirkung von Alkohol und Kalilauge bei Scapania und ähnliche Oelkörper besitzenden Arten. Alkohol ruft hier kein Zusammenfliessen der Tröpfchen hervor, es tritt vielmehr eine Art Quellung ein,

wobei die Oelkörper sich ausdehnen. Die Tröpfchen, die hier viel grösser sind, gehen an die Peripherie; die Mitte des Oelkörpers verliert an Lichtbrechung, und erst jetzt sieht man die Hülle scharf hervortreten, während die ausserhalb derselben befindlichen Tröpfchen gelöst werden. Der Vorgang lässt sich gut beobachten, da er einige Minuten dauert. 2procentige Kalilauge lässt die Oelkörper verquellen, ohne eine Hülle zu erzeugen; die Tröpfchen zeigen moleculare Bewegung, sobald sie ausserhalb des Stromas sind.

Diese Oelkörper erscheinen ziemlich grob granuliert; das Stroma zwischen den Tröpfchen tritt deutlich hervor, die Zahl der Tröpfchen ist eine verhältnismässig grosse. Diese Oelkörper möchte ich, ebenfalls nach dem Vorgange Pfeffer's, als komponierte bezeichnen. [Fig. II.]

Ein gleiches Verhalten gegen Alkohol und Kalilauge zeigen die Oelkörper von Plagiochila und einigen andern im speziellen Teil näher bezeichneten Arten, nur mit dem Unterschied, dass hier die Oelkörper aus einer sehr geringen Anzahl grosser Tropfen bestehen und das Stroma als Trennungsstreifen zwischen den Tropfen auftritt; diese Oelkörper möchte ich als öltropfenartige bezeichnen [Fig. I u. V]. Die Oelkörper von Mastigobryum und Madotheca bestehen nur aus einem Tropfen.

Diese Oelkörper von Mastigobryum zeigen manchmal ein etwas abweichendes Verhalten gegen Alkohol: denn in einigen Zellen erzeugt hier der Alkohol nur einfach konturierte Hüllen, die sich öfters berühren; zwischen ihnen [Fig. VIa] liegt ein geronnenes Plasma und die Zellen erscheinen wie in Kammern geteilt. Solche Hüllen entstehen neben doppelkonturierten in den Zellen desselben Blättchens [Fig. VIb], und ich vermag darüber keine Angaben zu machen, warum der Alkohol in so verschiedener Weise wirkt. Einige Oelkörper — in jungen Zellen sämtliche — sind auch bei Mastigobryum aus 2—3 Tropfen zusammengesetzt; bei der Behandlung mit Alkohol bildet sich stets nur eine grosse doppelkonturierte Hülle, wie bei Plagiochila.

Die Hülle ist am einfachsten als eine Niederschlags- oder Gerinnungsmembran zu deuten; eine Niederschlagsmembran kann hier aus den Stoffen des Plasmas und des Stromas durch Druck oder Erhitzen entstehen, eine Gerinnungsmembran durch die angewandten Reagentien aus dem Stroma gebildet werden.

Es wird jedoch bei allen Species nicht das Gesamt-Stroma zur Bildung der Hülle verwandt, es bleibt vielmehr stets ein Rest in Alkohol unlöslicher Stoffe in der Hülle zurück. Sehr interessant sind die von Pfeffer als eingeschachtelte Hüllen bezeichneten Bildungen. Ich konnte diese Art Hüllen nur bei Radula und Mastigobryum beobachten. Sie kommen dadurch zu stande, dass man zuerst mit verdünntem ca. 50prozentigem Alkohol die gewöhnlichen Hüllen erzeugt und gleich darauf absoluten Alkohol einwirken lässt. Der verdünnte Alkohol erzeugt wohl die Hülle, löst aber das Oel nicht so schnell, und der Rest des Stromas bildet um den Oeltropfen wieder eine Hülle, die nach Weglösen des Oels mit absolutem Alkohol [Fig. VII] zurückbleibt als eine kleinere Hülle innerhalb der ursprünglich erzeugten. Lässt man direkt 70—80procentigen Alkohol einwirken, so löst er die Oeltropfen sofort, und es bleibt nur ein der Form nach nicht näher bestimmbarer kleiner Rest zurück [Fig. VIII], wie bei allen übrigen Species. Uebrigens lässt sich bei Radula auch noch innerhalb der zweiten Hülle ein Rest beobachten. Dieses Verhalten zeigt nun ganz deutlich, dass die Hülle ein Kunstprodukt ist; denn wenn auch das Vorhandensein der ersten Hülle noch zu behaupten wäre, so kann von dem Vorhandensein der zweiten Hülle in lebenden Zellen keine Rede sein, und es lässt sich hieraus mit Sicherheit der Schluss ziehen, dass genau so wie die zweite innere Hülle eine durch Alkohol erzeugte ist, auch die erste äussere ein Kunstprodukt ist.

Die Hüllen geben die Proteinreaktionen, wie erwähnt, nur sehr undeutlich; sie färben sich mit Jod, ebenso mit Hämatoxylin, Fuchsin, Cyanin; doch die besten Färbungen, auch der eingeschachtelten Hüllen, erhielt ich durch Methyleosin-Gentianaviolett. Ich brachte in 15—20 cbcm 50procentigen Alkohols 20 Tropfen einer gesättigten Lösung von Methyleosin in 50procentigem Alkohol und einen Tropfen einer gleichen Lösung von Gentianaviolett und liess die betreffenden Objekte circa 24 Stunden in diesem Gemisch. Die Hülle tritt sehr deutlich in einem rotvioletten Ton hervor, das Plasma und die Chlorophyllkörner sind etwas blasser gefärbt. Es ist dieses keine Doppelfärbung; ich benutzte dieses Gemisch, weil es sehr scharfe Bilder giebt; denn Gentianaviolett allein färbt undeutlich,

Methyleosin allein färbt fast gar nicht. Eine Doppelfärbung ist mir in keinem Falle gelungen; ich versuchte Jodgrün-Fuchsin, Fuchsin-Gentianaviolett, Anilinblau-Eosin, in denen sich das Plasma, die Chlorophyllkörner und die Hülle stets in beinahe gleichem Ton färbten.

Die Oelkörper von Radula und den Marchantien, die sich mit Chromsäure fixieren lassen, zeigen ein abweichendes Verhalten gegenüber verschiedenen Farbstoff-Lösungen. Wendet man Cyanin in 50procentigem Alkohol an, so bleiben die Oelkörper erhalten und die Tröpfchen sind blau gefärbt; verfahrt man genau auf dieselbe Weise mit Methyleosin-Gentianaviolett, so sind nach derselben Zeit 24 Stunden nur noch die Hüllen erhalten und gefärbt, von den Tröpfchen lasst sich nichts mehr nachweisen.

Bringt man frische Blättchen von Radula in absoluten Alkohol, so werden die Tröpfchen sofort gelöst. Sie scheiden sich aber nach Zusatz von Wasser innerhalb der Hülle wieder aus, und diese Ausscheidung der Tröpfchen tritt noch nach 3—4wöchentlichem Liegen im Alkohol ein. Die Hülle ist für den Alkohol wohl durchlässig: für die Lösung des Oels in Alkohol ist sie jedoch fast undurchlässig. Fixiert man Radula zuvor mit Chromsäure und bringt sie dann in Alkohol, so tritt nach 24 Stunden auf Zusatz von Wasser keine Ausscheidung der Tröpfchen ein, und dieselben lassen sich nicht mehr nachweisen. Chromsäure muss also eine gewisse Veränderung des Stromas und der aus demselben stammenden Hülle hervorrufen. Bei anderen Arten habe ich ähnliches nicht beobachten können. Nur mit Chromsäure fixierte Oelkörper von Radula und den Marchantien verhalten sich, wie erwähnt, verschieden gegen Lösungen von Cyanin und Methyleosin-Gentianaviolett; hier muss der Farbstoff das verschiedene Verhalten bedingen. Irgend eine Erklarung dieser Erscheinung vermag ich nicht zu geben.

Fasst man die in diesem Abschnitt gewonnenen Resultate zusammen, so ergiebt sich folgendes:

Die Oelkörper bestehen aus einem Stroma, in dem die Tröpfchen eingelagert sind.

Eine den Oelkörper in lebenden Zellen umgebende Hülle ist nicht nachzuweisen.

Die durch Anwendung verschiedener Mittel sichtbar werdende Hülle ist ein Kunstprodukt.

Die Hülle wird der Hauptmasse nach aus der Substanz des Stromas gebildet: eine Mitwirkung des umgebenden Plasmas ist nicht ausgeschlossen.

Ein sicheres Fixierungsmittel für das Stroma lässt sich nicht angeben.

Die chemische Beschaffenheit des Stromas kann zur Zeit nicht bestimmt werden, doch ist ein Vorhandensein proteinartiger Substanzen nicht unwahrscheinlich.

Entwickelungsgeschichte der Oelkörper.

Die Entwickelungsgeschichte lasst sich bei den beblätterten Jungermannien sehr gut an jungen Blättchen in der Nähe der Scheitelzelle studieren; bei Radula am besten in den Brutknospen. Bei den thallosen Jungermannien gestaltet sich die Sache etwas schwieriger, da man Schnitte durch den Thallus machen muss.

Bei den Marchantien kann man die Entstehung der Oelkörper am besten bei der Entwickelung der Brutknospen beobachten, resp. bei der Bildung des Thallus aus den Brutknospen, wenn man die letzteren in 0,2procentiger Nährlösung keimen lässt.

Ich wende mich zuerst zu den Jugenzuständen in den Blättchen. In ganz jungen, sich eben bildenden Blättchen sind die Zellen öfters mit kleinen weisslichen stark lichtbrechenden Kügelchen erfüllt. Diese Kügelchen schwärzen sich aber nicht mit Osmiumsäure, lösen sich vollkommen in konzentrierter Schwefelsäure unter vorheriger Quellung und bestehen daher nicht aus Oel. Wahrscheinlich sind es diese Kügelchen, die Pfeffer zu den erwähnten Angaben über die Bildung der Oelkörper führten.

Im dritten bis fünften Blättchen, von der Scheitelzelle aus gerechnet, sieht man erst das Auftreten der Oelkörper; sie sind in den Zellen des oberen Randes der Blättchen schon vollkommen ausgebildet, an der Basis der Blättchen fehlen sie noch vollständig. Hier lässt sich die Entstehung deutlich beobachten. Es treten in den mittleren Zellen dieser Blättchen

ganz plötzlich in der Lichtbrechung vom übrigen Inhalt sich unterscheidende, unregelmässig konturierte, längliche, gekrümmte Gebilde auf; sie schwärzen sich nicht mit Osmiumsäure, noch lassen sie sich irgendwie anders als das Plasma färben. Weiterhin ist der Rand dieser Gebilde körnig und stärker lichtbrechend; mit Osmiumsaure bräunen sie sich jetzt, besonders am Rande, wo sich ganz kleine Tröpfchen beobachten lassen. Dann treten die Tröpfchen auch in der Mitte dieser Gebilde auf; diese dehnen sich, runden sich ab und haben in den Randzellen mit den eingelagerten Tröpfchen genau das gleiche Aussehen, wie die Oelkörper in den ausgewachsenen Blättern.

Es ist somit sicher, dass in den jungen Blättchen die Oelkörper Neubildungen sind und dass zuerst das Stroma entsteht, in welchem sich dann die Tröpfchen ausbilden. Die Bezeichnung »Oelbildner« ist daher für die Oelkörper vollkommen zulässig.

Der gleiche Entwickelungsgang ist bei der Bildung der Brutknospen von Radula zu beobachten [Fig. IX]. Wenn eine Randzelle zur Bildung der Brutknospe schreitet, so treten neben dem grossen Oelkörper, der erhalten bleibt, mehrere neue, ganz kleine, länglich gebogene Stromata auf, vollkommen unabhängig vom vorhandenen Oelkörper. Beim Wachsen der Zelle bilden sich diese Stromata zu Oelkörpern aus neben wieder neu entstehenden; bei der nun folgenden Teilung der Zelle kommt ein Teil der jungen Oelkörper in die neue Zelle, wo sie ziemlich schnell heranwachsen und wo wieder neue gebildet werden. Bei successiver Teilung der Zellen hört die Bildung mehrerer Oelkörper auf und bei der Weiterentwickelung der abgelösten Brutknospe entsteht, wie in den jungen Blattchen, in jeder Zelle nur ein Oelkörper.

Die Brutknospen von Radula liefern das beste entwickelungsgeschichtliche Material, da sie erstens stets zu erhalten sind und zweitens immer Oelkörper in allen Stadien der Entwickelung zeigen.

In den Sporen von Radula konnte ich nur Oel, keine Oelkörper nachweisen. Bei der Keimung dieser Sporen in 0,2-procentiger Nährlösung konnte ich die gleiche Entwickelung der Oelkörper wie in den jungen Blättchen konstatieren.

Verfolgt man die Bildung der Brutknospen bei den Mar-

chantien, so stellt sich dieselbe Thatsache heraus, dass die Oelkörper durch Neubildung entstehen und das Stroma vor den Tröpfchen auftritt.

Noch besser lasst sich die Entstehung der Oelkörper in keimenden Brutknospen, z. B. von Lunularia oder Marchantia, verfolgen. Das Stroma tritt hier in der dritten bis vierten Zellreihe von der Scheitelzelle auf, nur ist es hier mehr rundlich und sieht schwammig aus. Bei den Marchantien finden sich die Oelkörper nur in einigen Zellen, die ich als Oelzellen bezeichnen möchte.

Gerbstoff lasst sich im Stroma, sowie in ganz jungen Oelkörpern nicht nachweisen. Die anderen jungen Zellen enthalten aber reichlich Gerbstoff, der bei ihrer Weiterentwickelung verschwindet. Die jungen Oelzellen unterscheiden sich nicht von den andern, sie sind ebenso gross und führen Chlorophyllkörner. Die ausgewachsenen Oelzellen sind in den Amphigastrien [Fig. X] kleiner und mehr rundlich als die übrigen langgestreckten Zellen, während sie im Thallus [Fig. XI] ziemlich dieselbe Grösse und Form besitzen. In den älteren Oelzellen verschwindet meist das Chlorophyll, und der Oelkörper füllt beinahe die ganze Zelle aus; doch konnte ich den Zellkern auch in diesen Zellen nachweisen.

Zu diesem Zweck benutzte ich Alkohol-Material, das ich während einiger Minuten in eine verdünnte Hämatoxylin-Lösung brachte. Zur Beobachtung verwandte ich Flächenschnitte aus dem Thallus und die Amphigastrien, da in letzteren die Oelzellen leicht unterscheidbar sind, und ich konnte in allen Zellen den Kern deutlich erkennen. Es sind also auch die älteren Oelzellen nicht lediglich Ablagerungsorte für Oel und Gerbstoff, sondern lebendes Plasma und einen Kern führende Zellen.

Bei den Jungermannien, die mehrere Oelkörper in einer Zelle führen, z. B. Scapania, werden anfänglich ein oder zwei Stromata gebildet, und wenn diese sich zu fertigen Oelkörpern ausgebildet haben, entstehen wiederum durch Neubildung die übrigen Stromata [Fig. XII].

Mit Cyanin färben sich die Zellen, die noch kein Oel im Stroma enthalten, gar nicht; andere Farbstoffe, wie z. B. Fuchsin, Gentianaviolett, färben den ganzen Zellinhalt, also auch das Stroma, vollkommen gleichmässig.

Anomale Plasmolyse mit Zellen, die noch das Stroma ohne Oel, resp. ganz junge Oelkörper enthielten, gelang in keinem Falle.

Teilungs-Stadien von Oelkörpern habe ich nirgends sehen können.

Die Oelkörper entstehen nur durch Neubildung, wobei zuerst das Stroma auftritt, in dem die Tröpfchen ausgebildet werden.*)

Physiologisches Verhalten der Oelkörper.

Ueber die Bedeutung der Oelkörper für die Lebermoose lassen sich zur Zeit keine irgendwie befriedigende Angaben machen. Die Oelkörper verhalten sich wie ein Excret; einmal gebildet, verändern sie sich bis zum Tode der Zellen nicht mehr; ich hatte öfters Gelegenheit, erhaltene Oelkörper in schon abgestorbenen Zellen zu beobachten. Stahl (1) bezeichnet sie als Schutzkörper, da sie die Lebermoose vor Schneckenfrass schützen sollen.

Assimilations-Produkte sind die Oelkörper in keinem Falle, da sie auch in den im Dunkeln neu gebildeten Teilen vollkommen normal entwickelt sich vorfinden, sowie in jungen Blattchen, die noch kein Chlorophyll enthalten, vorkommen. Ich habe Pellia, Lophocolea, Radula, Plagiochila und Riccia natans fünf Monate lang in 0,2procentiger Knop'scher Nährlösung untergetaucht, mit Ausnahme von Riccia, bei vollkommenem Lichtabschluss kultiviert. Die genannten Species haben sich sehr gut gehalten und zeigten auch neugebildete Teile; die schon vorhandenen Oelkörper hatten sich in keiner Weise verändert; die neugebildeten Teile enthielten ebenfalls Oelkörper. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Oelkörper im Stoffwechsel keine weitere Verwendung finden; mit Gewissheit lässt sich das nicht behaupten, da erstens über den Stoff-

*) Nach Hieronymus (1) entstehen die Oelkörper bei Calypogea Trichomanis Corda in einer protoplasmatischen Hülle am Zellkern; später teilt sich die Oeltröpfchen führende Hülle in 3—5 Teile, in denen sich die Oeltröpfchen zu wenigen grösseren Tropfen vereinigen.

Diesen Entwickelungsgang der Oelkörper bei Calypogea, sowie die von Hieronymus (1) und von Rattray (1) bei derselben Species wahrgenommene himmelblaue Farbe einiger Oelkörper habe ich nicht beobachten können.

wechsel der Lebermoose so gut wie gar nichts bekannt ist und zweitens die Physiologie der ölartigen Substanzen, die Bedingungen, unter welchen sie sich bilden und unter welchen sie resorbiert werden, ebenfalls noch nicht genau bekannt sind. Es lasst sich nur die Thatsache feststellen, dass unter den eben genannten Verhältnissen die Oelkörper sich nicht verändern.

Bei Pellia epiphylla war auch nach fünfmonatlicher Kultur im Dunkeln noch Stärke nachweisbar: die Chlorophyllkörner in den neugebildeten Teilen waren grün.

Die mir von Herrn Professor Klebs gütigst zur Untersuchung überlassenen Kulturen von Pellia calycina und Fossombronia angulosa, die aus Sporen im Halbdunkel gezogen waren, zeigten ebenfalls ganz normal entwickelte Oelkörper, trotz sonstiger Abweichungen im Wachstum (vgl. Klebs I).

Die von mir unternommenen Kulturen im Halbdunkel von ausgewachsenen Pflänzchen von Radula, Pellia und Plagiochila in 0,2procentiger Nährlösung liessen nach vier Monaten keine Veränderung an den Oelkörpern wahrnehmen.

Ferner habe ich Brutknospen von Lunularia in 0,2procentiger Nährlösung ausgesät und die einen am Licht, die anderen im Halbdunkel, die dritten bei Lichtabschluss keimen lassen. In allen drei Kulturen waren Oelkörper neu gebildet und zeigten gleiches Verhalten.

Metzgeria furcata, die keine Oelkörper und keine Stärke besitzt, zeigte nach dreimonatlicher Kultur in 0,2procentiger Nährlösung am Licht eine Zunahme der Chlorophyllkörner und kleine, einzeln liegende Oeltröpfchen, die nichts von einer Hülle erkennen liessen; Stärke war auch nicht gebildet worden.

Vergleich der Oelkörper mit den Elaioplasten.

In der Einleitung habe ich bereits darauf hingewiesen, dass Wakker die Oelkörper zu den Elaioplasten rechnet. Nach der genauen Prüfung des Gesamt-Verhaltens der Oelkörper ist es meine Aufgabe, auf das Verhältnis derselben zu den Elaioplasten näher einzugehen.

Um einen Ueberblick der Reaktionen und der Struktur der Elaioplasten zu erhalten, habe ich diese Gebilde bei Vanilla planifolia, Ornithogallum pyramidale und Funkia coerulea

untersucht und ich kann die Angaben Wakker's, Zimmermann's und Raciborski's in betreff dieser Punkte vollauf bestätigen.

Anders verhält es sich mit der Entwickelungsgeschichte der Elaioplasten. Es liegen bis jetzt nur die Angaben Raciborski's (1) über diese Frage vor. Aus diesen Angaben ist über einen Hauptpunkt der Entwickelungsgeschichte, ob zuerst das Stroma oder das Oel entsteht, keine Klarheit zu gewinnen.

Raciborski erwähnt nur, dass in ganz jungen Zellen ein stark lichtbrechendes Kügelchen auftritt, das Osmiumsäure und Alkanna speichert und bei seiner weiteren Entwickelung sich als Elaioplast erweist.

Ich habe Ornithogallum pyramidale und Funkia cœrulea in dieser Beziehung speciell untersucht.

Raciborski empfiehlt zum Studium des Stromas ein beliebiges rotblaues oder rotgrünes Farbengemisch: ein Fixierungsmittel ist nicht näher angegeben. Alkohol eignet sich zur Fixierung bei entwickelungsgeschichtlichen Studien nicht, da er das Oel löst; ich benutzte daher Osmiumsäure.

Als Farbstoff verwandte ich eine ganz dunkle Lösung von gewöhnlichem Fuchsin und Jodgrün in 50procentigem Alkohol und liess die Objekte 1—5 Minuten darin.

Die Resultate liessen keinen Zweifel darüber, dass das Stroma, schon gut ausgebildet, bedeutend früher als das Oel sich vorfindet. In noch nicht entfalteten Blüten von 2—3 mm Länge enthält das Stroma in allen Zellen der Epidermis des Perianths Oeltropfen, bei Blüten von 1 mm und darunter schwärzt sich das Stroma mit Osmiumsäure nur in den basalen Zellen. Bringt man solche, mit Osmiumsäure fixierte Blüten in das erwähnte Farbengemisch, so färben sich die nicht geschwärzten Stromata rot, die Zellkerne rötlich-violett, und heben sich scharf ab; man erhält nach dieser Methode stets sehr klare und übersichtliche Bilder.

Stromata, die noch keine Spur von Oel enthalten, erreichen bei Ornithogallum pyramidale eine Grösse bis zu 2 μ; grössere bräunen sich mit Osmiumsäure; von 5 μ an treten deutliche Tröpfchen auf und eine intensive Schwärzung. In älteren Blüten besitzen die Elaioplasten eine Grösse von 10—20 μ und darüber. Im Vegetationspunkt, sowie in seinen seitlichen Anlagen, konnte ich nach der angegebenen Methode keine Stromata nachweisen.

Die ausgewachsenen Elaioplasten sind in ihrem Aussehen den komponierten, resp. emulsionsartigen Oelkörpern sehr ähnlich. Aber die Bildung einer Hülle konnte ich unter keinen Bedingungen beobachten. Das Stroma der Elaioplasten geht leicht zu isolieren, d. h. von Oel zu befreien, und giebt deutliche Proteinreaktionen. Das Stroma wird durch Alkohol, Chromsäure, Osmiumsäure und Picrinsäure vollständig fixiert. Bei Vanilla konnte ich in einigen Fällen nach Alkohol-Behandlung im Stroma eine oder zwei Vacuolen beobachten, die aber im Verhältnis zum Stroma sehr klein waren und einen etwaigen Vergleich mit einer Hülle nicht im entferntesten zuliessen.

Eisessig und Chloralhydrat nach Meyer lösen das Oel der Elaioplasten bei Anwendung unter Deckglas nicht.

Zum leichteren Vergleich der Elaioplasten mit den Oelkörpern gebe ich folgende Uebersicht.

Elaioplasten.	Oelkörper.
Oel, löslich in Alkohol, Aether, Chloroform etc. Unlöslich in Eisessig und in Chloralhydrat.	Oel, löslich in Alkohol, Aether, Chloroform etc. Löslich in Eisessig und in Chloralhydrat.
Stroma, kann fixiert und isoliert werden, giebt deutliche Proteinreaktion, giebt keine Hüllen.	Stroma, kann nicht fixiert und nicht isoliert werden, giebt undeutliche Proteinreaktion, giebt Hüllen.
Stroma vor dem Oel gebildet.	Stroma vor dem Oel gebildet.
Sind Neubildungen, selten Vermehrung durch Teilung (Raciborski).	Sind stets Neubildungen.
Werden vor dem Absterben der Zellen resorbiert.	Werden bis zum Tode der Zellen nicht verändert.
Finden sich meist in der Nähe des Zellkerns (Zimmermann, Raciborski).	Stehen zum Zellkern in keiner Beziehung.

Aus diesem Vergleich geht hervor, dass die Elaioplasten und die Oelkörper im Verhalten des Stromas, sowie des Oels, in fast allen Punkten differieren. Eine Uebereinstimmung ist

nur in der Struktur vorhanden; beide bestehen aus einem Stroma, in dem Oeltröpfchen eingelagert sind. In dieser Beziehung stimmt mit den Oelkörpern und den Elaioplasten der Augenfleck der Euglenen überein, der nach Klebs (II) auch aus einem plasmatischen Stroma besteht, in dem ein ölartiger Stoff, das Hematochrom, eingelagert ist.

In wie weit die von Hansen (I) untersuchten Gebilde der Meeresalgen (Taonia sp. etc.) den Oelkörpern oder Elaioplasten ähnlich sind, vermag ich nicht anzugeben: die in der Arbeit von Hansen sich findenden Abbildungen (Fig. VI und VIII) sind den Oelkörpern von Radula und den Elaioplasten sehr ähnlich. Hansen giebt an, dass diese Gebilde aus kleinen Fettropfen bestehen, die im Plasma eingelagert sind; die Fettropfen sind in Alkohol löslich und höchst wahrscheinlich als Reservestoffe zu deuten.

Die im Schwamm- und Palissadenparenchym verschiedener phanerogamen Species vorkommenden Oelkugeln, die als Fett-, Oelkörper und Elaiosphären von einigen Forschern beschrieben und mit den Oelkörpern der Lebermoose verglichen wurden, haben mit diesen letzteren nichts gemein, da sie weder ein Stroma noch irgend etwas einer Hülle Vergleichbares besitzen.

Lidforss (I) hat diese Oelkugeln umfassend untersucht und vergleicht sie auch mit den Oelkörpern der Lebermoose [sowie Monteverde (I) und Zimmermann (II, dort auch die weitere Litteratur)]. Nach Lidforss verhalten sie sich gegen Reagentien sehr verschieden, besitzen weder Stroma noch Hülle und sind als Excrete zu deuten. Um eine eigene Anschauung zu bekommen, untersuchte ich die Blätter von Sambucus nigra, Sanchezia sp. und Saxifraga crassifolia; es finden sich hier in einigen Zellen des Parenchyms Oeltropfen verschiedener Grösse, 2—15 μ, die sich vollkommen wie sonst Oeltropfen verhalten. Ein Vergleich mit den Oelkörpern ist absolut nicht zulässig, da man sonst überhaupt alle in den Pflanzen vorkommenden Oeltropfen heranziehen könnte.

Raciborski fasst die Elaioplasten, Oelkörper, Oel- und Harztropfen, Gerbstoffblasen und endlich die Vacuolenwand als eine homologe Reihe von Organen auf, die morphologisch ähnlich sind, physiologisch aber grosse Verschiedenheiten zeigen. Er nennt sie plasmatische Secretionsorgane, die sich nur durch

Neubildung vermehren können, zum Unterschied von den Organen der chromatophoren Reihe, die nur durch Teilung entstehen.

Es muss der Forschung der Zukunft überlassen werden, die Zulässigkeit dieser Annahme an der Hand vergleichender Untersuchungen zu prüfen: zur Zeit scheint mir aber eine derart umfassende Zusammenstellung, besonders in Anbetracht der mangelhaften Kenntnis vieler dieser Gebilde, etwas verfrüht zu sein.

Meiner Ansicht nach sind die Oelkörper spezifisch den Lebermoosen zukommende Organe, und wenn sie auch morphologisch noch mit anderen Gebilden verglichen werden können, so unterscheiden sie sich doch scharf von jenen in ihrem Verhalten gegen Reagentien, sowie ganz besonders durch ihre grosse Verbreitung innerhalb der Lebermoose und durch ihre Lebensgeschichte.

Die Oelkörper können wohl als Oel bildende Organe aufgefasst werden, wodurch aber ihre physiologische Bedeutung für die Lebermoose nicht im geringsten erklärt wird.

Spezieller Teil.

Allgemeine Uebersicht.

Die Oelkörper sind bei allen Abteilungen der Lebermoose vertreten. Sie kommen entweder in allen Zellen vor oder sind auf gewisse Zellen beschränkt, wie bei den Marchantieen. Bei einigen Species fehlen sie ganz; eine Regel des Vorkommens oder Fehlens scheint nicht zu bestehen, denn auch nah verwandte Arten verhalten sich in dieser Beziehung verschieden.

Oelkörper, Gerbstoff und Stärke stehen zu einander in keinem Verhältnis; so z. B. enthält Metzgeria pubescens keines von den dreien, Pellia epiphylla dagegen alle drei in jeder Zelle; Jung. bicuspidata enthält nur Stärke, die meisten anderen Jung. Sp. nur Oelkörper; Stärke und Oelkörper enthalten nach Pfeffer Jung. trichophylla, Jung. albicans und Alicularia scalaris.

Vollständig fehlen die Oelkörper bei Riccia lamellosa, Oxymitra pyramidata, Clevea hyalina, Clevea Rebouliana, Metzgeria furcata und M. pubescens, Jung. bicuspidata, Jung. Michauxii und nach Gottsche bei Jung. setacea, Jung. connivens und Jung. divaricata.

Die Formen der Oelkörper sind sehr verschieden; etwas Allgemeines lässt sich darüber nicht aussagen.

Durch Form und Grösse besonders auffallende Oelkörper besitzen Marchantia polymorpha und Preissia commutata.

Da die Grösse und die Formen der Oelkörper innerhalb desselben Individuums sehr varieren, bieten die Oelkörper für die Diagnostik der Lebermoose nur geringe Anhaltspunkte.

Was die Verbreitung der Oelkörper im Individuum anbelangt, so lässt sich wohl ziemlich allgemein feststellen, dass, wenn die Oelkörper überhaupt vorkommen, sie in allen Teilen des Pflänzchens zu finden sind, mit Ausnahme der Sporen und der Rhizoiden.

Nach Pfeffer kommen in den Wurzelhaaren von Lophocolea bidentata Oelkörper vereinzelt vor; doch habe ich weder hier

noch bei anderen Species, trotz Durchmusterung vieler Exemplare, Oelkörper in den Rhizoiden beobachten können.

Die Oelkörper fehlen in den rot-violett gefarbten Amphigastrien von Targionia, Fimbriaria, Preissia und Plagiochasma.

Die Oelkörper finden sich auch in den generativen Teilen, wenn sie überhaupt dem Moose zukommen; so z. B. bei Radula, Scapania, Lejeunia, Aneura, Marchantia und Fegatella, die ich daraufhin untersuchen konnte.

Im Stämmchen der beblätterten Arten sind die Oelkörper meist etwas kleiner als in den Blättern und in grösserer Anzahl vorhanden.

In der folgenden Beschreibung der einzelnen Species habe ich hauptsächlich Grösse, Anzahl und Form der Oelkörper berücksichtigt, sowie Angaben über etwa vorkommenden Gerbstoff und Stärke und sonstige etwaige Abweichungen gemacht.

Ich möchte noch bemerken, dass Stärke bei den Marchantieen ausnahmslos vorkommt und deshalb bei den einzelnen Arten nicht noch besonders angeführt ist.

Nur bei den Marchantieen kommt Gerbstoff in den Oelkörpern vor.

Betreffs der Angabe »Mit Osmiumsäure diffuse Färbung« verweise ich auf das im Allgemeinen Teil unter »Reaktionen« Gesagte.

Die angegebenen Grössen und Anzahl der Oelkörper sind Durchschnittswerte; es können in einzelnen Fällen diese Werte geringer oder grösser sein.

Sind bei der Angabe der Anzahl drei Ziffern genannt, so bezieht sich die mittlere auf das häufigste Vorkommen.

Sind die Oelkörper rundlich bis länglich, so giebt der grössere Wert der μ den Längsdurchmesser der eliptischen Formen an.

Die aus Engelberg (Kanton Unterwalden, Schweiz), aus Les Plans (Kanton Waadt, Schweiz), aus Freiburg i. Breisgau und aus dem Botanischen Garten in Basel stammenden Species sind mir gütigst von Herrn Professor Klebs überlassen worden.

Die aus dem Botanischen Garten in Strassburg i. E. stammenden Species verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Professors Grafen zu Solms-Laubach.

Beschreibung der einzelnen Arten.

Marchantieen.

Riccia natans L. Bei Basel. Oelkörper rundlich, hin und wieder mit einzelnen grösseren Tropfen. Oelzellen des Thallus führen meist Chlorophyll. Grösse 14 μ — 23 μ. Gerbstoff fehlt.

Riccia lamellosa Raddi. Bot. Garten Strassburg. Enthält keine Oelkörper und keinen Gerbstoff.

Oxymitra pyramidata Bischoff. Bot. Garten Strassburg. Enthält keine Oelkörper; Gerbstoff in den Amphigastrien und einigen Zellen des Thallus.

Marchantia polymorpha L. Bei Basel. Oelkörper rundlich bis unregelmässig, öfters gelappt. Grösse, rundliche 14 μ, die langgestreckten bis 50 μ im Längsdurchmesser, bei 10 μ—15 μ im Querdurchmesser. Gerbstoff in den Oelkörpern, sonst nur in ganz jungen Zellen.

Lunularia vulgaris Mich. Bot. Garten Basel. Oelkörper rundlich. Grösse 20 μ—28 μ. Gerbstoff in den Oelkörpern, sonst nur in ganz jungen Zellen.

Reboulia hemisphærica Raddi. Bot. Garten Basel. Oelkörper rundlich. Grösse 22 μ. Gerbstoff in den Zellen des Assimilationsgewebes.

Corsinia marchantioides Raddi. Bot. Garten Basel. Oelkörper rundlich, öfters mit einem grossen Tropfen in der Mitte; Oelzellen meist Chlorophyllhaltig. Grösse 20 μ — 27 μ. Gerbstoff fehlt.

Fegatella conica Raddi. Bei Basel. Oelkörper rundlich, oval bis unregelmässig. Oelzellen auch in der Epidermis der Oberseite, doch selten. Grösse 15 μ — 40 μ. Gerbstoff in den Oelkörpern und im Assimilationsgewebe.

Preissia commutata N. v. E. Bot. Garten Strassburg. Oelkörper sehr unregelmässige Formen, öfters gelappt. Grösse 27 μ — 60 μ. In den Amphigastrien keine Oelzellen, wohl aber Gerbstoff. In den Oelkörpern kein Gerbstoff.

Plagiochasma Aitonia Ldbg. et N. v. E. Bot. Garten Strassburg. Oelkörper rundlich, länglich. Grösse 13 μ. –28 μ. Amphigastrien keine Oelzellen. Gerbstoff in den Oelkörpern, sowie in fast allen Zellen.

Targionia hypophylla L. Bot. Garten Strassburg. Oelkörper unregelmässig. Grösse 13 μ. 40 μ. Oelzellen auch im Assimilationsgewebe, fehlen in den Amphigastrien. Gerbstoff nur in den Amphigastrien.

Clevea hyalina (Somm.) Lindb. Clevea Rebouliana Lindb. Bot. Garten Strassburg. Oelkörper fehlen. Gerbstoff in einigen Zellen der Unterseite des Thallus.

Fimbriaria fragrans N. v. E. Bot. Garten Strassburg. Oelkörper unregelmässig, gelappt. Grösse 10 μ. –35 μ. Oelzellen im Assimilationsgewebe, fehlen in den Amphigastrien. Gerbstoff in den Oelkörpern und in fast allen Zellen.

Jungermannieen.

Emulsionsartige Oelkörper.

Radula complanata Dmrt. Bei Basel. Oelkörper elliptisch, seltener rund. Zahl meist 1; seltener 2—5; im Stämmchen 5—8. Grösse: Längsdurchmesser 13 μ. –22 μ, Querdurchmesser 8 μ. bis 12 μ. Im Stämmchen mehr rundlich 5 μ.

Componierte Oelkörper.

Aneura palmata Dmrt. Bei Engelberg. Oelkörper rundlich bis länglich: Zahl meist 1, seltener 2—3. Hin und wieder in einzelnen Zellen fehlend. Grösse 6 μ.–10 μ. Enthalt in den älteren Zellen viel Gerbstoff, nicht in den Oelkörpern. Stärke.

Pellia epiphylla Dill. Bei Basel. Oelkörper rundlich, selten spindelförmig. Zahl 2—2×, gewöhnlich 6—10. Grösse 4 μ. –8 μ. Gerbstoff in allen Zellen, nicht in den Oelkörpern. Stärke.

Pellia calycina N. v. E. Kultur im Halbdunkel. Bot. Garten Basel. Grösse 2 μ. –8 μ. Enthalt keinen Gerbstoff. Wenig Stärke in den Chlorophyllkörnern.

Scapania nemorosa N. v. E. Bei Basel. Oelkörper meist rund: Zahl 5, 8, 12. Grösse 3 μ.—8 μ.

Lophocolea bidentata N. v. E. Bei Basel. Oelkörper rundlich

bis spindelförmig, Zahl 2, 4, 6, im Stämmchen 4—8. Grösse 5 μ—8 μ. Mit Osmiumsäure diffuse Färbung.

Lophocolea heterophylla N. v. E. Bei Engelberg. Oelkörper rundlich bis spindelförmig, Zahl 5—8: Grösse 3 μ—6 μ. Mit Osmiumsäure diffuse Färbung.

Frullania Tamarisci N. v. E. Bei Engelberg. Oelkörper meist rundlich, einige oval; Zahl 2—4. Grösse 5 μ. In einzelnen Zellen, die oft in einer Reihe sich in der Mitte der Blättchen finden, aber nur selten auftreten, emulsionsartige Oelkörper zu 1 oder 2 in einer Zelle; Grösse 10 μ—16 μ.

Chiloscyphus polyanthus var. rivularis Schrad. Bei Freiburg i./B. Oelkörper spindelförmig nicht ganz regelmässig, auch rundlich. Zahl 1, 2, 3, im Stämmchen 5—8, Grösse 5 μ—13 μ. Mit Osmiumsäure ganz schwache diffuse Färbung.

Jung. inflata Huds. Bei Engelberg. Oelkörper unregelmässig oval bis rundlich; Zahl 2—5, Grösse 5 μ—10 μ.

Jung. incisa Schrad. Bei Engelberg. Oelkörper oval bis rundlich. Zahl 4—6, im Stämmchen bis 10. Grösse 5 μ.

Jung. quinquedentata Web. Bei Engelberg. Oelkörper oval bis rundlich; Zahl 10—14; im Stämmchen bis 20. Grösse 5 μ—8 μ.

Jung. ventricosa Dicks. Bei Engelberg. Oelkörper rundlich, Zahl 10—30. Grösse 5 μ.

Jung. sphærocarpa Hook. Bei Engelberg. Oelkörper rundlich bis länglich unregelmässig. Zahl 3—8. Grösse 5 μ—10 μ.

Jung. Mülleri N. v. E. Les Plans. Oelkörper rund bis ellipsoidisch an den Enden etwas zugespitzt: Zahl 2—5. Grösse 2,5 μ bis 10 μ. Mit Osmiumsäure schwache diffuse Färbung.

Oeltropfenartige Oelkörper.

Plagiochila asplenioides N. et M. Bei Basel. Oelkörper selten aus einem Tropfen, meist aus mehreren zusammengesetzt, Formen sehr verschieden. Grösse höchst variabel. Längsdurchmesser bis 8 μ, Zahl 5—8. Mit Osmiumsäure diffuse Färbung.

Lepidozia reptans N. v. E. Bei Basel. Oelkörper aus einzelnen Tropfen, länglich, an den Enden oft zugespitzt; auch aus 2 und mehr Tropfen zusammengesetzt; im Stämmchen fast nur zusammengesetzte. Zahl 10—16; im Stämmchen bis 28. Grösse 3 μ—8 μ. Mit Osmiumsäure diffuse Färbung.

Calypogeia Trichomanis Corda. Bei Basel. Oelkörper meist zusammengesetzt aus 3 und mehr Tropfen, spindelförmig, länglich, citronenförmig. Zahl 6—8. Grösse 2 μ—8 μ.

Madotheca platyphylla Dmrt. Bei Basel. Oelkörper rundlich, oval auch eckig, körnchenartig, aus einem Tropfen. Zahl 15—30. Grösse 2 μ—3 μ. Jodjodkalium-Lösung giebt diffuse dunkelviolett Färbung, die Oelkörper bleiben weisslich.

Mastigobryum trilobatum N. v. E. Bei Engelberg. Oelkörper rund bis eiförmig, ellipsoidisch, an den Enden manchmal etwas ausgezogen; seltener aus mehreren Tropfen, dann meist zwei kleine Tropfen an den Enden eines grossen ovalen Tropfens. Zahl 2—12, meist 5—8. Grösse 8 μ—13 μ. Mit Osmiumsäure diffuse Färbung.

Lejeunia serpyllifolia Lib. Bei Engelberg. Oelkörper rundlich bis länglich, aus einem oder mehreren Tropfen. Zahl 20 bis 50 und darüber. Anordnung in Haufen oder perlschnurartig, wie an Fäden gereiht. Grösse 2 μ.

Lejeunia calcarea Lib. Les Plans. Oelkörper rundlich, oval; selten aus mehreren Tropfen. Anordnung zerstreut. Zahl 5 bis 15, sehr variabel, im Stämmchen bis 30. Grösse 2 μ—3 μ. Mit Osmiumsäure starke diffuse Färbung.

Fossombronia angulosa Raddi. Bot. Garten Basel. Kultur im Halbdunkel. Oelkörper rund, meist aus einem Tropfen. Zahl 2—15. Grösse 2 μ.

Oelkörper fehlen.

Metzgeria Furcata N. v. E. Bei Basel.

Metzgeria pubescens Raddi. Bei Basel.

Jung. Michauxii Web. Bei Engelberg.

Jung. bicuspidata L. Bei Basel. Enthält Stärke, auch in den Chlorophyllkörnern. In einigen Exemplaren habe ich hie und da in den Zellen viereckige und sechseckige rhombische Krystalltäfelchen sehen können. Grösse von 2,5 μ—5 μ, in Essigsäure unlöslich, löslich in Salz- und Schwefelsäure, doch waren bei letzterer keine Gypsnadeln zu beobachten; es ist aber wohl nicht zu zweifeln, dass oxalsaurer Kalk vorliegt.

Litteratur-Verzeichnis.

Gottsche, I. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri. Verhandlungen der Leopold. Carol. Akademie. Bd. 12, 1843; Abt. I, S. 287 u. 288.

Hansen, I. Ueber Stoffbildung bei Meeresalgen. Mitteilungen der zoologischen Station zu Neapel. Bd. 11, Heft II; 1893.

Hieronymus, I. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 5, Anm. auf S. 468.

Hofmeister, I. Lehre von der Pflanzenzelle S. 396.

Holle, I. Ueber die Zellenbläschen der Lebermoose. Heidelberg 1857.

Klebs, I. Einfluss des Lichts auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biologisches Centralblatt Bd. XIII, Nr. 21 u. 22, S. 648.

— II. Ueber die Organisation einiger Flagellaten Gruppen. Untersuchungen aus dem Botanischen Institut in Tübingen. Bd. 1, S. 233.

Lidforss, I. Studier öfver elaiosferer in örtbladens mesofyll och epidermis. Kongl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Handlingar. Bd. 4. 1893.

Arthur Meyer, I. Das Chlorophyllkorn. S. 28.

Mirbel, I. Recherches anatomique et physiologique sur la Marchantia polymorpha. Mémoires de l'Academie Royale des sciences de l'Institut de France. T. 13, 1835, S. 345 und die Figuren auf Tafel 2, 4 u. 6.

Monteverde, I. Ueber Ablagerung von Calcium und Magnesium oxalat in der Pflanze. Referat im Botanischen Centralblatt Bd. 43, S. 327.

Pfeffer, I. Untersuchungen über Proteinkörner u. s. w. Pringsheims Jahrbücher Bd. 8, 1872, S. 507—510.

II. Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. 16ter Band der Abhandlungen der mathem. phys. Klasse d. königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1890, S. 179.

— II b. l. c. S. 180.

— III. Die Oelkörper der Lebermoose. Flora 1874.

Raciborski, I. Ueber die Entwicklungsgeschichte der Elaioplasten der Liliaceen. Separatabdruck aus dem Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau. Juli 1893: 57, S. 259 ff.

Ranvier, I. Technisches Lehrbuch der Histologie. Leipzig 1888. S. 97.

Rattray, I. Observations on the oil-bodies of the Jungermanniacæ. Transactions and Proceedings of the Botanical Society of Edinburgh. March 1884. S. 123—128.

Schacht, I. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. 1856. S. 60.

— II. Das Mikroskop. 2. Aufl. S. 49.

Stahl, I. Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.

de Vries, I. Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen. Pringsheims Jahrbücher Bd. 16, 1885, S. 465.

— I b. l. c. S. 491.

Wakker, I. Studien über die Inhaltskörper der Pflanzenzelle. Pringsheims Jahrbücher Bd. 19, 1888, S. 423.

Zimmermann, I. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. 1893, Bd. I, Heft 3, S. 185.

— II. Botanische Mikrotechnik, S. 204.

— II b. l. c. S. 71.

— III. Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Heft 3, 4; Bd. 4, 1894.

Figuren-Erklärung.

Fig. I. Plagiochila asplenioides, Blattzellen mit öltropfenartigen Oelkörpern, nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. II. Scapania nemorosa, Blattzellen mit componierten Oelkörpern, nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. III. Marchantia polymopha, Oelzelle aus einem Flächenschnitt der Unterseite des Thallus, der Oelkörper ist an Plasma-Fäden aufgehängt; nach einem lebenden Präparat. Bei a der Zellkern. $^{500}/_{1}$.

Fig. IV. Radula complanata, Blattzellen mit emulsionsartigen Oelkörpern; nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. V. Mastigobryum trilobatum, Blattzellen mit öltropfenartigen Oelkörpern, die aus einem und 2—3 Tropfen bestehen, nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. VI a. Dasselbe, nach Alkohol-Behandlung; einfach konturierte Hüllen. $^{500}/_{1}$.

Fig. VI b. Dasselbe, nach Alkohol-Behandlung; doppelkonturierte Hüllen. $^{500}/_{1}$.

Fig. VII. Radula complanata; Blattzellen nach Alkohol-Behandlung und nachfolgender Färbung mit Methyleosin-Gentianaviolett; Hüllen, mit eingeschachtelten Hüllen und dem Rest innerhalb derselben. $^{500}/_{1}$.

Fig. VIII. Scapania nemorosa, Blattzellen nach Alkohol-Behandlung; Hüllen mit dem unlöslichen Rest darin. $^{500}/_{1}$.

Fig. IX. Radula complanata, Brutknospe mit Jugendzuständen der Oelkörper; nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. X. Riccia natans, Gewebe aus einem Unterblatt, mit Oelzellen; nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. XI. Dasselbe, Gewebe aus dem Thallus, mit Oelzellen, nach einem lebenden Präparat. $^{500}/_{1}$.

Fig. XII. Scapania nemorosa, Jugendzustände aus einem Blättchen; nach einem lebenden Präparat. $^{1000}/_{1}$

Verzeichnis des Inhalts.

Einleitung 5

Allgemeiner Teil.

Geschichtliches 7

Die Reaktionen der Oelkörper 9

Die Lage der Oelkörper in der Zelle 15

Die Struktur der Oelkörper 17

Entwicklungsgeschichte der Oelkörper 25

Physiologisches Verhalten der Oelkörper . . . 28

Vergleich der Oelkörper mit den Elaioplasten . 29

Spezieller Teil.

Allgemeine Uebersicht 34

Beschreibung der einzelnen Arten 36

Litteratur-Verzeichnis 40

Figuren-Erklärung . . . 42

Fig. I

Fig. II

Fig. III

Fig. IV

Fig. V

Fig. VI a

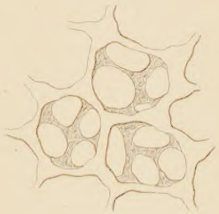


Fig. VI b

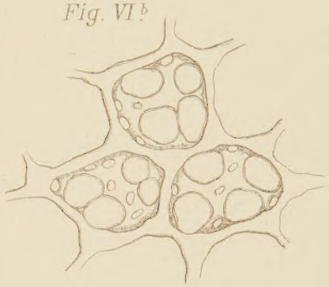


Fig. VII

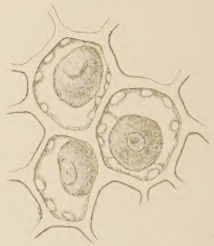


Fig. VIII

Fig. X

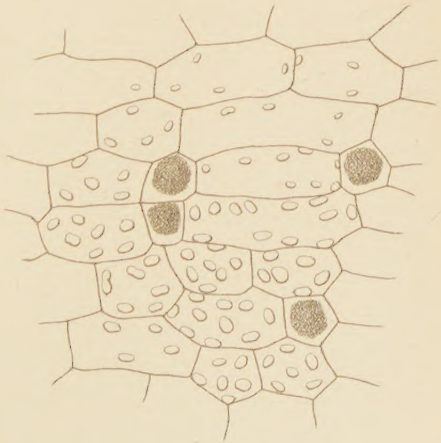


Fig. IX

Fig. XII

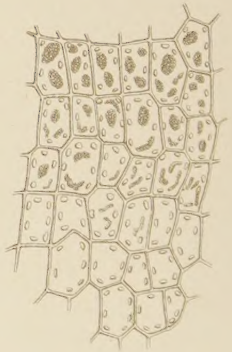
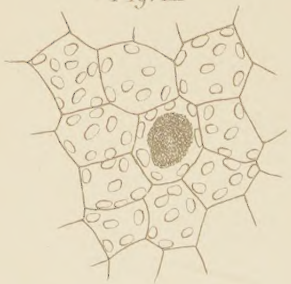


Fig. XI



Antor. et Götz ad nat. del.

Lith. Jean Lips Basel.